

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/019516

International filing date: 24 October 2005 (24.10.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-310012  
Filing date: 25 October 2004 (25.10.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 19 January 2006 (19.01.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 1 0 月 2 5 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 3 1 0 0 1 2

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号  
J P 2 0 0 4 - 3 1 0 0 1 2  
The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

出 願 人  
Applicant(s): 松下電工株式会社

2 0 0 5 年 1 2 月 2 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】	特許願
【整理番号】	04P02312
【提出日】	平成16年10月25日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H04N 5/335
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真1048番地
【氏名】	松下電工株式会社内 河原 英喜
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真1048番地
【氏名】	松下電工株式会社内 井狩 素生
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真1048番地
【氏名】	松下電工株式会社内 萩尾 健一
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真1048番地
【氏名】	松下電工株式会社内 中元 栄次
【特許出願人】	
【識別番号】	000005832
【氏名又は名称】	松下電工株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100087767
【弁理士】	
【氏名又は名称】	西川 恵清
【電話番号】	06-6345-7777
【選任した代理人】	
【識別番号】	100085604
【弁理士】	
【氏名又は名称】	森 厚夫
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	053420
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	9004844

## 【書類名】 特許請求の範囲

### 【請求項 1】

点灯と消灯とを交互に繰り返す発光源からの光が照射される対象空間から光を受光し受光光量に対応する量の電荷を生成する固体からなる感光部と、感光部に隣接して設けた制御電極への制御電圧の印加により感光部に形成され感光部で生成された電荷の少なくとも一部を集積する電荷集積部と、電荷集積部に電荷を集積する集積期間とは異なる取出期間において電荷集積部の電荷を受光出力として取り出す電荷取出部と、感光部の受光面に沿った面内での電荷集積部の面積が時間経過に伴って変化するように時間経過に伴って変化する制御電圧を制御電極に印加する制御回路部と、電荷取出部により取り出した電荷を用いて対象空間に関する情報を評価する評価部とを備え、制御回路部は発光源の点灯と消灯との各期間においてそれぞれ電荷集積部の面積を変化させるように制御電圧を変化させ、電荷取出部は発光源の点灯と消灯との各期間においてそれぞれ電荷集積部に集積された電荷を取り出し、評価部は発光源の点灯と消灯との各期間の受光出力の差分を対象空間の評価に用いることを特徴とする空間情報の検出装置。

### 【請求項 2】

前記感光部は前記制御電極を複数個備え、前記制御回路部は、感光部において制御電圧を印加する制御電極の個数を２段階に切り換えることにより前記電荷集積部の面積を変化させることを特徴とする請求項 1 記載の空間情報の検出装置。

### 【請求項 3】

前記感光部は複数個設けられ、前記評価部は、各感光部ごとに前記差分を求めるとともに求めた差分を各感光部の位置にそれぞれ対応付けた画像である振幅画像を生成する振幅画像生成部を備えることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の空間情報の検出装置。

### 【請求項 4】

前記評価部は、前記発光源の点灯と消灯との各期間のうちの一方における受光出力と両方における受光出力の平均値とのいずれかを各感光部ごとに求め、求めた値を各感光部の位置にそれぞれ対応付けた画像である濃淡画像を生成する濃淡画像生成部を備えることを特徴とする請求項 3 記載の空間情報の検出装置。

### 【請求項 5】

前記感光部は２個を対とし、前記制御回路部は、対になる２個の感光部にそれぞれ形成した電荷集積部の面積の大小関係が前記発光源の点灯と消灯との各期間に同期して交互に入れ代わるように各感光部にそれぞれ設けた制御電極に制御電圧を印加し、前記電荷取出部は、対になる２個の感光部から得られた発光源の点灯と消灯との各期間に対応する２種類の受光出力を１回の取出期間で取り出すことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか１項に記載の空間情報の検出装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 空間情報の検出装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、点灯と消灯とを交互に繰り返す発光源からの光が照射されている対象空間から光を受光し、発光源の点灯および消灯のタイミングと受光した光量との関係を用いて対象空間に関する各種情報を検出する空間情報の検出装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、感光部としての受光素子と発光源とを用い、発光源を間欠的に発光させるとともに、発光源の点灯と消灯との各期間において受光素子で受光した光量を用いて発光源と受光素子との間の空間に関する各種情報を検出する空間情報の検出装置が提供されている。この種の空間情報の検出装置としては、たとえば、光学式の煙感知器や埃センサのように空間に存在する微粒子の存在を検出するものや、フォトインタラプタや侵入センサのように発光源と受光素子との間の光路内における対象物の通過の有無を検出するものや、アクティブ型のカメラのように光源から対象物に光を照射し反射光を撮像するものなど種々の用途が知られている。要するに、対象空間に関する情報とは、受光素子で受光する光量に基づいて検出される対象空間における対象物の存在や対象物の性質を意味する。受光素子には、CCDリニアセンサやCCDイメージセンサのような固体撮像素子を用いることがある。

【0003】

ところで、この種の固体撮像素子はダイナミックレンジが比較的狭いから、固体撮像素子を用いたデジタルカメラやビデオカメラのような撮像装置では、固体撮像素子に入射する光量を制御するために、レンズシャッタのような機械シャッタあるいは液晶シャッタのような電子シャッタを固体撮像素子の前方に設け、シャッタが開放された期間だけ固体撮像素子に光を入射させる構成が採用されている。また、シャッタだけではなく絞りを併用することにより固体撮像素子に入射する光量を調節している。

【0004】

すなわち、固体撮像素子に入射する光には、太陽光のような自然光と蛍光灯や白熱電球からの照明光とがあり、しかも光源から固体撮像素子に直接入射する直接光と光源から出射し対象物で反射された後に固体撮像素子に入射する反射光とがあるから、光量の変化範囲は非常に広がる。固体撮像素子のダイナミックレンジでは、このような広範囲の光量変化に対応することができず、入射する光量が過大になると出力が飽和して画像にいわゆる「とび」やスミアが生じ、入射する光量が過小であると画像にいわゆる「つぶれ」が生じる。したがって、シャッタや絞りをを用いて固体撮像素子の全体に入射する光量を調節したとしても、対象物の背景からの光量と対象物からの光量との差が大きいときには、対象物と背景とをともに適正露出で撮像することは困難である。たとえば、背景の光による飽和を防止するようにシャッタや絞りを調節すると、対象物に対する光量が過小になって対象物を判別できなくなる。逆に、対象物が適正な光量になるようにシャッタや絞りを調節すると、背景に対する光量が過大になって飽和し、背景が判別できなくなるだけでなく、場合によってはスミアが生じて対象物も正常に撮像できなくなる。

【0005】

ところで、監視カメラやドアホンに付設されるカメラのように背景の画像が不要である場合には、対象物が適正な光量（適正露出）になり、かつ背景に対する光量が過大になって飽和することを防止すればよい。そこで、背景を含めた環境光による妨害を除去または低減する技術として、受光素子と発光源とを組み合わせたアクティブ型のカメラの技術を採用し、1個の受光素子（たとえば、ホトダイオードからなる光電変換素子）に対し2個の蓄積手段（たとえば、CCD）を設けた固体撮像素子を用い、発光源の点灯と消灯との各一方の期間において受光素子で得られた電荷を各蓄積手段にそれぞれ蓄積した後、両蓄積手段の電荷の差分を固体撮像素子から出力する技術が提案されている（たとえば、特許

文献 1 参照)。

【 0 0 0 6 】

この技術を採用すると、発光源の点灯と消灯との各期間において受光素子に対して同程度の強度で入射する環境光は差分により相殺されるから環境光の影響は低減され、発光源からの光が照射され反射光が受光素子に入射する対象物については、発光源の点灯と消灯との各期間において受光素子に入射する光量が変わるから、対象物に対応する画像のみを取り出すことが可能になる。ここに環境光とは、対象物の背後から受光素子に入射する光と、対象物により反射され受光素子に入射する光との両方を含む。

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 1 4 8 8 0 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

ところで、特許文献 1 に記載された技術では、1 個の受光素子に対して 2 個の蓄積手段を別に設ける必要があり、蓄積手段を C C D により構成して電荷の移送に兼用しているものの、1 個の受光素子に対して 2 個の C C D を必要とするから構造の複雑化につながる上に、1 個の受光素子に対して 1 個の C C D を設けている一般的な固体撮像素子に比較すると、固体撮像素子において受光素子の占める面積の割合が小さくなり、感度を確保すると単位面積当たりの画素数が少なくなる。また、固体撮像素子において C C D を構成する領域は遮光する必要があるから、受光素子を構成する領域の開口率が小さくなり、単位面積当たりの画素数を確保すると感度が低下するという問題が生じる。

【 0 0 0 8 】

本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、比較的簡単な構造を採用しながらも環境光の影響を軽減して対象物からの反射光を取り出すことができ、しかも受光部位の開口率が比較的大きい空間情報の検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

請求項 1 の発明は、点灯と消灯とを交互に繰り返す発光源からの光が照射される対象空間から光を受光し受光光量に対応する量の電荷を生成する固体からなる感光部と、感光部に隣接して設けた制御電極への制御電圧の印加により感光部に形成され感光部で生成された電荷の少なくとも一部を集積する電荷集積部と、電荷集積部に電荷を集積する集積期間とは異なる取出期間において電荷集積部の電荷を受光出力として取り出す電荷取出部と、感光部の受光面に沿った面内での電荷集積部の面積が時間経過に伴って変化するように時間経過に伴って変化する制御電圧を制御電極に印加する制御回路部と、電荷取出部により取り出した電荷を用いて対象空間に関する情報を評価する評価部とを備え、制御回路部は発光源の点灯と消灯との各期間においてそれぞれ電荷集積部の面積を変化させるように制御電圧を変化させ、電荷取出部は発光源の点灯と消灯との各期間においてそれぞれ電荷集積部に集積された電荷を取り出し、評価部は発光源の点灯と消灯との各期間の受光出力の差分を対象空間の評価に用いることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

この構成によれば、感光部に設けた制御電極への制御電圧の印加により電荷集積部を形成しており、しかも感光部の受光面に沿った面内での電荷集積部の面積を制御電圧により変化させるから、入射した光量に対して電荷集積部に集積する電荷の割合を制御電圧で調節することにより感光部の感度を調節することになり、感光部にシャッターないし絞りに類似した機能を付設したことになる。また、感光部に電荷集積部を形成し、電荷集積部の面積を感光部に隣接して設けた制御電極への制御電圧に応じて変化させるから、感光部の面内で感度の制御および電荷の集積が可能であって、感光部とは別の場所に集積手段を設けるとともに 1 個の感光部に 2 個の集積手段を設ける必要がある従来構成に比較すると構造が簡単になる。さらに、感度を制御する機能と電荷を集積する機能とについては原則として遮光することなく実現することが可能であるから、感光部の面積を比較的大きくして従来構成よりも開口率を大きくすることができ、結果的にショットノイズの影響を軽減し高

S／Nの出力を得ることが可能になる。

【0011】

請求項2の発明では、請求項1の発明において、前記感光部は前記制御電極を複数個備え、前記制御回路部は、感光部において制御電圧を印加する制御電極の個数を2段階に切り換えることにより前記電荷集積部の面積を変化させることを特徴とする。

【0012】

この構成によれば、複数の制御電極のうちのどれに制御電圧を印加するかに応じて電荷集積部の面積を変化させるから、電荷集積部の面積を簡単な制御で変化させることができる。

【0013】

請求項3の発明では、請求項1または請求項2の発明において、前記感光部は複数個設けられ、前記評価部は、各感光部ごとに前記差分を求めるとともに求めた差分を各感光部の位置にそれぞれ対応付けた画像である振幅画像を生成する振幅画像生成部を備えることを特徴とする。

【0014】

この構成によれば、発光源の点灯と消灯との各期間において受光した光量の差分に相当する電荷を用いて振幅画像を生成するから、環境光の影響が少ない上に対象物を背景に対して強調した画像が得られ、対象物についての形状や寸法の認識に利用する上で利便性が高くなる。

【0015】

請求項4の発明では、請求項3の発明において、前記評価部は、前記発光源の点灯と消灯との各期間のうち的一方における受光出力と両方における受光出力の平均値とのいずれかを各感光部ごとに求め、求めた値を各感光部の位置にそれぞれ対応付けた画像である濃淡画像を生成する濃淡画像生成部を備えることを特徴とする。

【0016】

この構成によれば、振幅画像に加えて対象空間からの光量を反映した濃淡画像を得ることができ、しかも振幅画像と濃淡画像との各画素値は対象空間の同じ位置に対応付けられるから、振幅画像によって背景を除去した画像が得られるとともに、同じ対象空間について背景を含む濃淡画像も得ることができるから、対象物だけでなく背景が要求されるときには背景の情報を容易に得ることができる。しかも、濃淡画像と振幅画像とでは対象物の位置が一致しているから、対象物の領域を除いた背景のみの画像を生成することも比較的容易である。さらに、振幅画像を得るために電荷取出部から取り出した受光出力を用いて濃淡画像を生成することができるから、評価部の処理を変更するだけでよく、振幅画像に加えて濃淡画像を用いる場合でも、設計をほとんど変更する必要がなく簡単に実現することができる。

【0017】

請求項5の発明では、請求項1ないし請求項4の発明において、前記感光部は2個を対とし、前記制御回路部は、対になる2個の感光部にそれぞれ形成した電荷集積部の面積の大小関係が前記発光源の点灯と消灯との各期間に同期して交互に入れ代わるように各感光部にそれぞれ設けた制御電極に制御電圧を印加し、前記電荷取出部は、対になる2個の感光部から得られた発光源の点灯と消灯との各期間に対応する2種類の受光出力を1回の取出期間で取り出すことを特徴とする。

【0018】

この構成によれば、2個の感光部を対にし発光源の点灯と消灯との各期間に同期させて対になる2個の感光部の各一方に設けた電荷集積部にそれぞれ発光源の点灯と消灯との各期間の電荷を集積するから、発光源の点灯と消灯との各期間の電荷の生成に1個の感光部を共用する場合のように発光源の点灯と消灯との各期間ごとに受光出力を評価部に与える場合に比較すると、発光源の点灯と消灯との各期間の受光出力を1回の取出期間で一括して取り出すことにより、電荷集積部から電荷取出部に電荷を取り出す頻度を低減することができる。

## 【発明の効果】

### 【0019】

本発明の構成によれば、感光部に設けた制御電極への制御電圧の印加により電荷集積部を形成しており、しかも感光部の受光面に沿った面内での電荷集積部の面積を制御電圧により変化させるから、入射した光量に対して電荷集積部に集積する電荷の割合を制御電圧で調節することにより感光部の感度を調節することになり、感光部にシャッタないし絞りに類似した機能を付設したことになる。つまり、感光部に入射する光量の調節にシャッタや絞りを設ける必要がないから、シャッタや絞りを必要とする場合に比較すると簡単な構成になるという利点がある。また、感光部に電荷集積部を形成し、電荷集積部の面積を感光部に隣接して設けた制御電極への制御電圧に応じて変化させるから、感光部の面内で感度の制御および電荷の集積が可能であって、感光部とは別の場所に集積手段を設けるとともに1個の感光部に2個の集積手段を設ける必要がある従来構成に比較すると構造が簡単になるという利点がある。さらに、感度を制御する機能と電荷を集積する機能とについては原則として遮光することなく実現することが可能であるから、感光部の面積を比較的大きくして従来構成よりも開口率を大きくすることができ、結果的にショットノイズの影響を軽減し高S/Nの出力を得ることが可能になるという利点がある。

## 【発明を実施するための最良の形態】

### 【0020】

#### （実施形態1）

本実施形態では、図2に示す構成の受光素子1を用いる。図2は1個の感光部1aと1個の電荷集積部1b（図1参照）とを形成する単位構成の受光素子1を示している。受光素子1は、不純物を添加したシリコンなどの固体からなる半導体層11を備えるとともに、半導体層11の主表面の全面に亘って酸化膜からなる絶縁膜12を有し、半導体層11に絶縁膜12を介して制御電極13を設けた構成を有する。受光素子1はMIS素子として知られた構造であるが、1個の受光素子1として機能する領域に複数個（図示例では5個）の制御電極13を備える点が通常のMIS素子とは異なる。絶縁膜12および制御電極13は光が透過するように材料が選択され、絶縁膜12を通して半導体層11に光が入射すると、半導体層11の内部に電荷が生成される。つまり、受光素子1の受光面は図2における半導体層11の主表面（上面）になる。図示例の半導体層11の導電形はn形であり、光の照射により生成される電荷としては電子eを利用する。

### 【0021】

この構造の受光素子1では、制御電極13に正の制御電圧+Vを印加すると、半導体層11には制御電極13に対応する部位に電子eを集積するポテンシャル井戸（空乏層）14が形成される。つまり、半導体層11にポテンシャル井戸14を形成するように制御電極13に制御電圧を印加した状態で光が半導体層11に照射されると、ポテンシャル井戸14の近傍で生成された電子eの一部はポテンシャル井戸14に捕獲されてポテンシャル井戸14に集積され、残りの電子eは半導体層11の深部での再結合により消滅する。また、ポテンシャル井戸14から離れた場所で生成された電子eも半導体層11の深部での再結合により消滅する。つまり、光が照射されると半導体層11が電荷を生成する感光部1aとして機能し、ポテンシャル井戸14は電荷を集積して保持する電荷集積部1bとして機能する。

### 【0022】

上述のように、ポテンシャル井戸14は制御電圧を印加した制御電極13に対応する部位に形成されるから、制御電圧を印加する制御電極13の個数を変化させることにより半導体層11の主表面に沿ったポテンシャル井戸14の面積を変化させることができる。半導体層11で生成された電荷のうちポテンシャル井戸14に集積される電荷の割合は、ポテンシャル井戸14の面積が大きいほど多くなり、後述するようにポテンシャル井戸に集積した電荷を利用するから、ポテンシャル井戸14の面積を大きくするほど感度を高めたことになる。言い換えると、感光部1aの感度をポテンシャル井戸14の面積により制御したことになる。また、ポテンシャル井戸14は電荷集積部1bとして機能するから、制



御電極 1 3 に印加する制御電圧を変化させることにより、受光面に占める電荷集積部 1 b の面積を変化させ、電荷集積部 1 b の面積を変化させることにより感光部 1 a の感度を調節すると言える。

#### 【 0 0 2 3 】

たとえば、図 1 ( a ) のように内側の 3 個の制御電極 1 3 に制御電圧 + V を印加し外側の 2 個の制御電極 1 3 には電圧を印加しない ( 0 V ) 場合と、図 1 ( b ) のように中央の 1 個の制御電極 1 3 に制御電圧 + V を印加し残りの 4 個の制御電極 1 3 には電圧を印加しない ( 0 V ) 場合とでは、図 1 ( a ) の場合のほうが電荷集積部 1 b であるポテンシャル井戸 1 4 が受光面に占める面積が大きくなる。したがって、図 1 ( a ) の状態のほうが図 1 ( b ) の状態に比較して同光量に対してポテンシャル井戸 1 4 に集積される電荷の割合が多くなり、実質的に感光部 1 a の感度を高めたことになる。

#### 【 0 0 2 4 】

受光素子 1 は 1 個だけを単独で用いることが可能であるが、本実施形態では、複数個の受光素子 1 を 1 枚の半導体基板に配列したイメージセンサ 1 0 ( 図 1 参照 ) を想定している。したがって、上述した受光素子 1 において電荷集積部 1 b であるポテンシャル井戸 1 4 から電荷を取り出すには、C C D と同様の技術を採用する。つまり、ポテンシャル井戸 1 4 に電荷が集積された後に、制御電極 1 3 に印加する制御電圧の印加パターンを制御することによってポテンシャル井戸 1 4 に集積された電荷を転送し、半導体層 1 1 に設けた図示しない電極から電荷を取り出す。電荷を転送するための構成としては、フレーム転送型の C C D と同様の構成あるいはインターライン型の C C D と同様の構成を採用することができる。フレーム転送型の C C D と同様の構成を採用する場合には図 2 の右方向または左方向に電荷を転送するようにポテンシャル井戸 1 4 の形状を変化させればよく、インターライン型の C C D と同様の構成を採用する場合には図 2 の左右方向に沿った C C D を設け、ポテンシャル井戸 1 4 から C C D に電荷を引き渡した後に C C D により図 2 の左右方向に電荷を転送すればよい。

#### 【 0 0 2 5 】

上述したように、受光素子 1 において、半導体層 1 1 は、光の入射により電荷を生成する感光部 1 a ( 図 1 参照 ) として機能するとともに、制御電極 1 3 に制御電圧を印加しポテンシャル井戸 1 4 を形成することにより感光部 1 a で生成された電荷を集積する電荷集積部 1 b ( 図 1 参照 ) として機能する。また、半導体層 1 1 に光が入射している間に制御電極 1 3 に印加する制御電圧の印加パターンを変化させることによって感光部 1 a の感度を制御することができる。

#### 【 0 0 2 6 】

電荷集積部 1 b に集積した電荷を取り出すために、フレーム転送型の C C D と同様の構成を採用する場合には、制御電極 1 3 に印加する制御電圧の印加パターンを制御することによって電荷を転送することになるから、電荷集積部 1 b に電荷を集積する集積期間とは異なる取出期間において電荷集積部 1 b の電荷を取り出すことができるように制御電極 1 3 に印加する制御電圧を制御すればよく、半導体層 1 1 は制御電極 1 3 とともに電荷取出部 1 c ( 図 1 参照 ) としても機能する。

#### 【 0 0 2 7 】

次に、上述した単位構成の受光素子 1 を半導体基板上に複数個配列したイメージセンサ 1 0 を用い、対象空間の空間情報を検出する装置を構成した例を図 1 に示す。イメージセンサ 1 0 は、たとえば、1 枚の半導体基板上に設定した二次元正方格子の格子点上にそれぞれ上述した構成の受光素子 1 を配置して構成され、たとえば 1 0 0 個 × 1 0 0 個の受光素子 1 をマトリクス状に配列した構成を有している。また、マトリクス状に配列した受光素子 1 のうち垂直方向の各列では一体に連続する半導体層 1 1 を共用するとともに、制御電極 1 3 を垂直方向に並設することにより、半導体層 1 1 を垂直方向への電荷の転送経路として用いることができる。イメージセンサ 1 0 を構成するには、半導体基板に、垂直方向の各列の半導体層 1 1 の一端から電荷を受け取って水平方向に電荷を転送する C C D からなる水平転送部を設ける。なお、図 1 では制御電極 1 3 を各感光部 1 a に 1 個ずつ対応

付けた形で示しているが、実際には図 2 のように複数個（たとえば 5 個）の制御電極 1 3 を設ける。また、本実施形態では制御電極 1 3 を電荷取出部 1 c における電荷の転送に兼用している。

#### 【0028】

図 1 に示す構成は空間情報として背景に対して対象物 5 を強調した画像を生成するとともに、対象物 5 とともに背景を含む濃淡画像を生成するものである。これらの画像は、対象物 5 の形状や寸法の判断に用いることができる。あるいはまた、対象物 5 の反射率を求めるために利用することも可能である。ただし、これらの画像を用いて対象空間のどのような空間情報を検出するかは、イメージセンサ 1 0 の出力（以下、受光出力という）から空間情報を評価する評価部 3 の構成による。

#### 【0029】

図示する空間情報の検出装置は、対象空間に光を照射する発光源 2 を備える。発光源 2 は、たとえば多数個の発光ダイオードを一平面上に配列したものや半導体レーザと発散レンズとを組み合わせたものを用いる。発光源 2 から放射する光は、赤外線と可視光とのどちらでも用いることができる。赤外線を用いれば夜間でも発光源 2 の点灯に気付かれることがないから監視カメラなどの目的に適した構成になり、可視光を用いれば人が目で見るときの状態に近い画像を得ることができる。発光源 2 は、制御回路部 4 から出力される所定の変調周波数の変調信号により駆動される。変調信号には方形波を用い、変調周波数は 10 ～ 100 kHz から選択し、デューティは 50 % としてある。したがって、発光源 2 は 10 ～ 100  $\mu$ s の周期で点灯と消灯とを同じ時間ずつ交互に繰り返すことになる。発光源 2 が点灯と消灯とを繰り返す周期は人の目では認識できない程度の短い周期にする。つまり、発光源 2 は実際には点灯と消灯とを繰り返しているが、人の目には連続して点灯しているように見えることになる。ただし、これらの数値は一例であり、発光源 2 や評価する内容に応じて変調周波数は適宜に設定可能であり、デューティは 50 % 以外とすることが可能である。

#### 【0030】

一方、イメージセンサ 1 0 には受光光学系 6 を通して光が入射する。受光光学系 6 はイメージセンサ 1 0 の各受光素子 1 に対象空間を投影するために設けられている。すなわち、受光光学系 6 は、イメージセンサ 1 0 において受光素子 1 を配列した 2 次元平面に対象空間である 3 次元空間をマッピングする。したがって、イメージセンサ 1 0 から受光光学系 6 を通して見る視野内に存在する対象物 5 は受光素子 1 に対応付けられる。

#### 【0031】

ところで、図 1 ではイメージセンサ 1 0 の機能の理解を容易にするために、受光素子 1 の機能を上述したように感光部 1 a と電荷集積部 1 b と電荷取出部 1 c とに分けて記載している。ただし、図 1 における電荷取出部 1 c は、半導体層 1 1 だけではなく上述した水平転送部も含んでいる。また、感光部 1 a と電荷集積部 1 b と電荷取出部 1 c とは、上述のように制御電極 1 3 を共用しており、制御回路部 4 で生成され制御電極 1 3 に印加される制御電圧の印加パターンを制御することによって、感光部 1 a への光の照射により生成される電荷のうち電荷集積部 1 b に集積する電荷の割合を決める感度の調節と、電荷集積部 1 b を形成するタイミングの調節と、電荷取出部 1 c により電荷集積部 1 b から電荷を取り出すタイミングの調節とがなされる。つまり、制御電圧の印加パターンと印加パターンを変化させるタイミングとを制御することにより、電荷集積部 1 b に電荷を集積する集積期間と、集積期間とは異なる期間であって電荷取出部 1 c により電荷集積部 1 b から電荷を取り出して評価部 3 に受光出力を与える取出期間とを制御することができる。

#### 【0032】

以下に具体的な動作を説明する。発光源 2 は図 3 (a) に示すように点灯と消灯とを交互に繰り返すように制御回路部 4 からの変調信号により駆動される。点灯と消灯との各期間（以下、それぞれ点灯期間 T a、消灯期間 T b と呼ぶ）は本実施形態では等しくしてある（つまり、変調信号のデューティは 50 % にしている）。発光源 2 から対象空間に照射され対象物 5 で反射された光は、図 3 (b) のように、対象物 5 までの距離に応じた遅れ

時間  $T_d$  で受光素子 1 に入射する。ただし、遅れ時間  $T_d$  は点灯期間  $T_a$  および消灯期間  $T_b$  に比較すると通常はごく短時間であるから無視することができる。

#### 【0033】

制御回路部 4 は、制御電極 13 に印加する制御電圧を制御し、発光源 2 の点灯期間  $T_a$  に電荷集積部 1b の面積を大きくすることによって集積した電荷と、消灯期間  $T_b$  に電荷集積部 1b の面積を大きくすることによって集積した電荷とをそれぞれ受光出力として評価部 3 に与える。つまり、点灯期間  $T_a$  に感光部 1a を高感度にした状態で電荷集積部 1b に集積した電荷を受光出力として取り出す状態と、消灯期間  $T_b$  に感光部 1a を高感度にした状態で電荷集積部 1b に集積した電荷を受光出力として取り出す状態とを繰り返すように、制御回路部 4 により制御電極 13 への制御電圧の印加パターンを制御する。

#### 【0034】

受光出力は、点灯期間  $T_a$  の全期間と消灯期間  $T_b$  の全期間とのそれぞれについて集積した電荷を用いることを想定しているが、点灯期間  $T_a$  の一部期間と消灯期間  $T_b$  の一部期間とのそれぞれについて集積した電荷を用いるようにしてもよい。後者の場合には、電荷を集積する期間を等しくしておけば、点灯期間  $T_a$  と消灯期間  $T_b$  とのデューティを 50% 以外とすることができ、また受光出力における遅れ時間  $T_d$  の影響による誤差を除去することができる。また、1 回の点灯期間  $T_a$  あるいは消灯期間  $T_b$  は短時間であって、1 回の点灯期間  $T_a$  あるいは消灯期間  $T_b$  では評価部 3 で処理するのに必要な大きさの受光出力を得るのは難しいから、複数回の点灯期間  $T_a$  で電荷集積部 1b に集積した電荷を点灯期間  $T_a$  の受光出力として用い、複数回の消灯期間  $T_b$  で電荷集積部 1b に集積した電荷を消灯期間  $T_b$  の受光出力として用いるのが望ましい。電荷集積部 1b に電荷を集積する集積期間と、電荷取出部 1c が電荷集積部 1b から電荷を取り出して受光出力として評価部 3 に与える取出期間とは、上述したように制御電極 13 に印加する制御電圧により調節することができる。

#### 【0035】

評価部 3 は、点灯期間  $T_a$  の受光出力と消灯期間  $T_b$  の受光出力との差分を各感光部 1a（受光素子 1）ごとの画素値とする振幅画像を生成する振幅画像生成部 3a と、点灯期間  $T_a$  の受光出力のみを各感光部 1a ごとの画素値とする濃淡画像を生成する濃淡画像生成部 3b とを備える。図示例では説明を単純にするために、1 回の点灯期間  $T_a$  における受光出力  $A_a$  を点灯期間  $T_a$  の受光出力とし、1 回の消灯期間  $T_b$  における受光出力  $A_b$  を消灯期間  $T_b$  の受光出力としている。

#### 【0036】

したがって、図 4 に曲線 E で示すように、環境光の強度が時間経過に伴って変化しているとすると、この曲線 E は発光源 2 の消灯期間  $T_b$  において感光部 1a に入射する光の強度に相当し、結果的に消灯期間  $T_b$  における受光出力  $A_b$  に対応する。このように発光源 2 の消灯期間  $T_b$  の受光出力  $A_b$  は曲線 E の高さに相当するから、発光源 2 の点灯期間  $T_a$  の受光出力  $A_a$  は曲線 E よりも高くなる。つまり、発光源 2 が点灯と消灯とを繰り返すことにより、イメージセンサ 10 からの受光出力  $A_a$ 、 $A_b$  は、点灯期間  $T_a$  には曲線 E よりも高くなり、消灯期間  $T_b$  には曲線 E の高さになる。発光源 2 から対象空間に照射された光に対応する受光出力は曲線 E よりも上の部分であるから、点灯期間  $T_a$  と消灯期間  $T_b$  との受光出力  $A_a$ 、 $A_b$  の差分（ $A_a - A_b$ ）を求めることにより、環境光の影響を除去して発光源 2 から対象空間に照射された光の成分のみを抽出することができる。この差分（ $A_a - A_b$ ）を各受光素子 1 の位置に対応付けた画像が振幅画像になる。

#### 【0037】

なお、差分（ $A_a - A_b$ ）は隣接した点灯期間  $T_a$  と消灯期間  $T_b$ （図示例では点灯期間  $T_a$  の直後の消灯期間  $T_b$  を用いている）との受光出力  $A_a$ 、 $A_b$  から求めており、差分（ $A_a - A_b$ ）を求める点灯期間  $T_a$  と消灯期間  $T_b$  とを合わせた程度の期間では環境光 E の強度は実質的に変化がないものとみなしている。したがって、点灯期間  $T_a$  と消灯期間  $T_b$  とにおける環境光による受光出力は相殺され、発光源 2 から対象空間に照射され対象物 5 で反射された反射光に対応する受光出力のみが残り、結果的に、振幅画像では、

対象物 5 のみを強調した画像を得ることができる。一方、発光源 2 の点灯期間  $T_a$  における受光出力  $A_a$  または消灯期間  $T_b$  における受光出力  $A_b$  または点灯期間  $T_a$  と消灯期間  $T_b$  とにおける受光出力  $A_a$ 、 $A_b$  の平均を各受光素子 1 の位置に対応付けた画像を生成すれば、対象物 5 で反射された光以外も画像の生成に用いることになるから、対象物 5 以外に背景を含む一般的な濃淡画像を得ることができる。なお、本実施形態では、発光源 2 の点灯期間  $T_a$  における受光出力  $A_a$  を用いて濃淡画像を生成している。

#### 【0038】

上述した構成では、感光部 1 a と電荷集積部 1 b とで半導体層 1 1 を共用しているから、ポテンシャル井戸 1 4 の面積を大きくし感光部 1 a が高感度になるように制御電極 1 3 に制御電圧を印加している期間ではない期間（つまり、ポテンシャル井戸 1 4 の面積を小さくし感光部 1 a を低感度に設定している期間やポテンシャル井戸 1 4 に集積した電荷を転送している期間）であっても、受光素子 1 に光が入射していると電荷集積部 1 b に電荷が集積される。すなわち、電荷集積部 1 b には感光部 1 a を高感度に設定することにより生成した電荷以外の電荷が混入する。ただし、電荷集積部 1 b に電荷を保持したり電荷を転送したりしている期間には、感光部 1 a が低感度であって電荷集積部 1 b の面積が小さくなっているから不要な電荷の混入量は比較的少なくなる。なお、点灯期間  $T_a$  の電荷と消灯期間  $T_b$  の電荷とをそれぞれ電荷集積部 1 b に保持している期間において混入する不要な電荷に対応する成分は、差分を求める際に環境光に対応する成分とともに除去することができる（理由は実施形態 2 において説明する）。

#### 【0039】

なお、図 1 (b) のように電荷集積部 1 b の面積を小さくしている期間において、必要な電荷以外の電荷の混入を抑制するために、この期間における電荷集積部 1 b に対応した制御電極 1 3 の近傍を遮光膜で覆う構成を採用してもよい。また、上述したように、点灯期間  $T_a$  と消灯期間  $T_b$  との全期間に亘って感光部 1 a を高感度に維持しておく（つまり、電荷集積部 1 b の面積を大きい状態に保つ）必要はなく、点灯期間  $T_a$  と消灯期間  $T_b$  との一部期間において感光部 1 a を高感度にする期間を設ければよいから、対象物 5 まで距離が既知である場合には、図 5 のように、対象物 5 までの距離に応じた遅れ時間  $T_d$  を考慮し、発光源 2 の点灯または消灯から遅れ時間  $T_d$  が経過した後に感光部 1 a を高感度にして電荷集積部 1 b に電荷を集積してもよい。この場合には電荷集積部 1 b に集積される電荷の量は、図 3 に示した制御を行う場合に比較すると、遅れ時間  $T_d$  に相当する程度少なくなるが、点灯期間  $T_a$  と消灯期間  $T_b$  とに受光した光量を正確に反映した受光出力  $A_a$ 、 $A_b$  が得られるから、環境光の影響をより確実に除去できると言える。

#### 【0040】

##### （実施形態 2）

実施形態 1 では、点灯期間  $T_a$  の受光出力  $A_a$  と消灯期間  $T_b$  の受光出力  $A_b$  とは異なる取出期間においてイメージセンサ 1 0 から評価部 3 に与えている。つまり、点灯期間  $T_a$  に対応する集積期間に集積した電荷を受光出力として評価部 3 に与える取出期間と、消灯期間  $T_b$  に対応する集積期間に集積した電荷を受光出力として評価部 3 に与える取出期間とが個別に設けられている。本実施形態は、点灯期間  $T_a$  の受光出力  $A_a$  と消灯期間  $T_b$  の受光出力とを一括して評価部 3 に与えるように取出期間を設定する。つまり、点灯期間  $T_a$  に対応する集積期間に集積した電荷と、消灯期間  $T_b$  に対応する集積期間に集積した電荷とをともにイメージセンサ 1 0 に設けた異なる電荷集積部 1 b において保持しておき、1 回の取出期間において両方の電荷をまとめて評価部 3 に与えるのである。

#### 【0041】

本実施形態では、隣り合う 2 個 1 組の受光素子 1 を 1 画素として扱い、1 画素となる 2 個の受光素子 1 における感光部 1 a の各一方をそれぞれ他方に対して高感度にするように、制御電極 1 3 に印加する制御電圧を調節する。つまり、1 画素となる 2 個の感光部 1 a の一方は発光源 2 の点灯期間  $T_a$  において高感度にし、他方は発光源 2 の消灯期間  $T_b$  において高感度にする。また、高感度にしていないほうの感光部 1 a は低感度にする。

#### 【0042】

本実施形態の動作を具体的に説明する。図6に示すように、1画素となる2個の受光素子1がそれぞれ3個の制御電極13を備えるものとして動作を説明する。ただし、1個の受光素子1に対する制御電極13の個数は3個に限られるものではない。

#### 【0043】

以下では、1画素を構成する2個の受光素子1の各制御電極13を区別するために、図6のように、各制御電極13に(1)～(6)の数字を付与して区別する。すなわち、組になる2個の受光素子1のうちの一方は制御電極(1)～(3)を備え、他方は制御電極(4)～(6)を備える。なお、1画素ずつの受光素子1に対応付けて、それぞれオーバーフローラインを設けるのが望ましい。

#### 【0044】

実施形態1において説明したように、感光部1aの感度を制御するには受光面に占めるポテンシャル井戸14の面積が変化するように制御電極13に印加する制御電圧の印加パターンを制御するから、1画素を構成する2個の受光素子1の制御電極13に印加する制御電圧の印加パターンを、発光源2の点灯期間Taと消灯期間Tbとに同期させて変化させれば、2個の受光素子1のうちの一方の電荷集積部1bには点灯期間Taにおける電荷が集積され、他方の電荷集積部1bには消灯期間Tbにおける電荷が集積される。

#### 【0045】

つまり、発光源2の点灯期間Taには、図6(a)のように、制御電極(1)～(3)に対応するポテンシャル井戸14の面積を大きくするために、1画素の一方の受光素子1に対応した3個の制御電極(1)～(3)のすべてに同電圧である正の制御電圧(+V)を印加し、この期間には他方の受光素子1に対応した3個の制御電極(4)～(6)のうちの中央の制御電極(5)にのみ正の制御電圧(+V)を印加してポテンシャル井戸14の面積を小さくする。つまり、制御電極(1)～(3)に対応する領域は感光部1aを高感度に設定した状態になり、制御電極(4)～(6)に対応する領域は感光部1aを低感度に設定した状態になる。したがって、制御電極(4)～(6)に対応する領域では、受光による新たな電荷(電子e)の生成量は、制御電極(1)～(3)に対応する領域に比べて大幅に少なくなる。したがって、制御電極(1)～(3)に対応する領域のポテンシャル井戸14には受光出力Aaに相当する電荷が集積される。

#### 【0046】

一方、発光源2の消灯期間Tbには、図6(b)のように、制御電極(4)～(6)に対応するポテンシャル井戸14の面積を大きくするために、1画素の一方の受光素子1に対応した3個の制御電極(4)～(6)のすべてに同電圧である正の制御電圧(+V)を印加し、この期間には他方の受光素子1に対応した3個の制御電極(1)～(3)のうちの中央の制御電極(2)にのみ正の制御電圧(+V)を印加してポテンシャル井戸14の面積を小さくする。つまり、制御電極(4)～(6)に対応する領域は感光部1aを高感度に設定した状態になり、制御電極(1)～(3)に対応する領域は感光部1aを低感度に設定した状態になる。したがって、制御電極(1)～(3)に対応する領域では、受光による新たな電荷(電子e)の生成量は、制御電極(4)～(6)に対応する領域に比べて大幅に少なくなる。したがって、制御電極(4)～(6)に対応する領域のポテンシャル井戸14には受光出力Abに相当する電荷が集積される。

#### 【0047】

図6(a)の状態では点灯期間Taに対応する電荷を集積することができ、図6(b)の状態では消灯期間Tbに対応する電荷を集積することができるから、図6(a)の状態と図6(b)の状態とが1回ずつ得られるように制御電圧の印加パターンを制御すれば、点灯期間Taと消灯期間Tbとの受光出力Aa, Abを得ることができる。しかしながら、点灯期間Taと消灯期間Tbとの長さによっては、1回ずつでは受光素子1に入射する光量が少なく受光素子1の内部で発生するショットノイズにより受光出力Aa, AbのS/Nが悪化する場合がある。この場合には、図6(a)と図6(b)との両状態を複数回ずつ繰り返すことにより電荷集積部1bに複数回分の電荷を集積した後に、電荷取出部1cによって受光出力Aa, Abを取り出せばよい。

#### 【0048】

電荷取出部1cは、1画素となる2個の受光素子1の電荷集積部1bに、それぞれ発光源2の点灯期間Taにおける電荷と消灯期間Tbにおける電荷とが集積された後に、取出期間を設けて2種類の受光出力Aa, Abを一括して評価部3に与える。つまり、実施形態1では、点灯期間Taの電荷を集積する集積期間、この電荷を取り出す取出期間、消灯期間Tbの電荷を集積する集積期間、この電荷を取り出す取出期間の4期間で2種類の受光出力Aa, Abを得ていたのに対して、本実施形態では、点灯期間Taの電荷を集積する集積期間、消灯期間Tbの電荷を集積する集積期間、両方の電荷を取り出す取出期間の3期間で2種類の受光出力Aa, Abを得ることができる。

#### 【0049】

ところで、本実施形態では、図6(a)の状態と図6(b)の状態とのいずれにおいても各3個の制御電極(1)～(3)または(4)～(6)に同時に印加する制御電圧(+V)と、1個の制御電極(2)または(5)のみに印加する制御電圧(+V)とは等しくなるように設定してある。したがって、ポテンシャル井戸14の面積が変化してもポテンシャル井戸14の深さはほぼ一定に保たれる。つまり、ポテンシャル井戸14の間の障壁付近で生成されポテンシャル井戸14に流れ込む電荷は、隣り合うポテンシャル井戸14にほぼ均等に振り分けられることになる。

#### 【0050】

以下では、ポテンシャル井戸14に不要な電荷が混入しても評価部3で振幅画像を生成する際に不要な電荷の影響を除去できる理由を説明する。ここで、説明を簡単にするために、ポテンシャル井戸14に集積される電荷の量がポテンシャル井戸14の面積に比例するものとする。本実施形態では、感光部1aを高感度に行っている状態と低感度に行っている状態とでは、ポテンシャル井戸14の面積にはほぼ3倍の違いがあるから、集積される電荷の量は3倍異なるものとする。

#### 【0051】

いま、1個の制御電極13に対応するポテンシャル井戸14を形成したときに(図6(a)の状態)で制御電極(5)に対応したポテンシャル井戸14に相当する)、このポテンシャル井戸14に、発光源2からの光により集積される電荷の量を(S)とし、環境光により集積される電荷の量を(N)とする。図6(a)の状態)で制御電極(5)に対応するポテンシャル井戸14に集積される電荷の量は(S+N)であるから、制御電極(1)～(3)に対応するポテンシャル井戸14に集積される電荷の量は(3S+3N)になる。一方、図6(b)の状態)は消灯期間Tbであるから、発光源2からの光により集積される電荷はなく、制御電極(2)に対応するポテンシャル井戸14に集積される電荷の量は(N)であるから、制御電極(4)～(6)に対応するポテンシャル井戸14に集積される電荷の量は(3N)になる。

#### 【0052】

評価部3において振幅画像を生成する際には、図6(a)の状態)で制御電極(1)～(3)に対応するポテンシャル井戸14に集積された電荷と、図6(b)の状態)で制御電極(4)～(6)に対応するポテンシャル井戸14に集積された電荷とに対応する受光出力Aa, Abを減算する。ただし、図6(a)の状態)において制御電極(5)に対応するポテンシャル井戸14には不要な電荷が集積されており、その量は(S+N)であるから、消灯期間Tbの受光出力Abに相当する電荷の量は(S+N)と(3N)とを加算した量である(S+4N)になる。一方、図6(b)の状態)において制御電極(2)に対応するポテンシャル井戸14には不要な電荷が集積されており、その量は(N)であるから、点灯期間Taの受光出力Aaに相当する電荷の量は(3S+3N)と(N)とを加算した量である(3S+4N)になる。つまり、点灯期間Taに対応する受光出力Aaは(3S+4N)に対応し、消灯期間Tbに対応する受光出力Abは(S+4N)に対応するから、評価部3において振幅画像を生成する際には、 $Aa - Ab \propto (3S + 4N) - (S + 4N) = 2S$ に相当する演算を行うことになり、不要な電荷と環境光とに対応した成分が除去される。

### 【0053】

#### （実施形態3）

実施形態2では、1画素を形成する2個の受光素子1について、3個ずつの制御電極（1）～（3）または（4）～（6）に同時に印加する制御電圧（+V）と、1個の制御電極（2）または（5）のみに印加する制御電圧（+V）とが等しくなるように設定していたから、ポテンシャル井戸14の面積には変化が生じるものの、深さはほぼ等しくなっている。

### 【0054】

本実施形態は、実施形態2と同様に2個の受光素子1により1画素を形成しているが、実施形態2ではポテンシャル井戸14の深さを変化させなかったのに対して本実施形態では、図7に示すように、ポテンシャル井戸14の面積とともに深さを変化させる技術を採用している。すなわち、3個ずつの制御電極（1）～（3）または（4）～（6）に同時に印加する制御電圧（+V）を、1個の制御電極（2）または（5）にのみ印加する制御電圧よりも高く設定し、面積の大きいポテンシャル井戸14の深さよりも面積の小さいポテンシャル井戸14の深さのほうを小さくしている。たとえば、面積の大きいポテンシャル井戸14を形成する際に3個ずつの制御電極（1）～（3）または（4）～（6）に同時に印加する電圧を7Vとすれば、面積の小さいポテンシャル井戸14を形成する際に1個の制御電極（2）または（5）にのみ印加する電圧を3Vなどと設定するのである。

### 【0055】

ところで、制御電圧を印加していない制御電極（1）（3）または（4）（6）に対応する部位で生じた電荷は、ポテンシャル井戸14に流れ込もうとする。このとき、ポテンシャル井戸14が深いほうが電荷の流れ込む確率が高くなると考えられる。すなわち、上述のように、感光部1aを高感度に設定して電荷を集積する際のポテンシャル井戸14を、感光部1aを低感度に設定して電荷を保持するポテンシャル井戸14よりも深くしたことより、高感度に設定して電荷を集積しているポテンシャル井戸14（3個ずつの制御電極（1）～（3）または（4）～（6）に対応するポテンシャル井戸14）に電荷がより多く流れ込むことになる。その結果、低感度に設定して電荷を保持しているポテンシャル井戸14（1個のみの制御電極（2）または（5）に対応するポテンシャル井戸14）によって保持されている電荷に、制御電極（1）（3）または（4）（6）に対応する部位で生成された不要な電荷が混入される確率が低減される。要するに、電荷を保持するポテンシャル井戸14に流れ込む不要な電荷を実施形態2よりもさらに低減させることができる。他の構成および動作は実施形態2と同様であり、図7（a）（b）の状態を交互に繰り返すことにより点灯期間Taと消灯期間Tbとに対応する電荷を2個の受光素子1にそれぞれ集積し、2個の受光素子1に集積した電荷を1回の取出期間において一括して受光出力Aa、Abとして取り出すのである。

### 【0056】

#### （実施形態4）

本実施形態は、図8に示すように、実施形態3の構成に加えて、各受光素子1に対応する3個ずつの制御電極（1）～（3）または（4）～（6）のうちの中央の制御電極（2）または（5）に印加する制御電圧を両側の制御電極（1）（3）または（4）（6）に印加する制御電圧よりも高くし、かつ中央の制御電極（2）または（5）に遮光膜15を重ねたものである。

### 【0057】

本実施形態では、受光素子1の一部を遮光膜15で覆っているから、遮光膜15で覆った部位ではポテンシャル井戸14に光が入射せず、光による電荷がほとんど生成されないから、電荷を保持するためにポテンシャル井戸14の面積を小さくしている状態では電荷がほとんど生成されず、保持している電荷に雑音成分となる電荷が混入する可能性を大幅に低減することができる。さらに、本実施形態では、電荷を生成するために面積を大きくしているポテンシャル井戸14に対応する部位では、3個ずつの制御電極（1）～（3）または（4）～（6）のうち中央の制御電極（2）または（5）に印加する電圧を両側の

制御電極（１）（３）または（４）（６）に印加する電圧よりも高くしているから、制御電極（２）または（５）に対応する部位では光による電荷がほとんど生成されないものの、受光素子１のうち制御電極（１）（３）（４）（６）に対応する部位で生成された電荷を制御電極（２）（５）に対応する部位に流し込むことができ、生成された電荷を集積することができる。

#### 【００５８】

ところで、実施形態３の構成では、電荷を生成する期間において３個ずつの制御電極（１）～（３）または（４）～（６）に対応するポテンシャル井戸１４の深さがほぼ一定であるから、電荷を生成する期間と電荷を保持する期間とを数 $n$  s以下の短時間で切り換えた場合に、電荷を生成する期間において制御電極（１）（３）または（４）（６）に対応する部位で生成された電荷の一部が、電荷を保持する期間において制御電極（２）または（５）に対応する部位に移動することなく取り残されるおそれがある。取り残された電荷は、隣りの受光素子１に対応して形成されるポテンシャル井戸１４に流れ込むから、隣接する受光素子１のポテンシャル井戸１４の間で電荷が混合される可能性がある。つまり、電荷に含まれる雑音成分が多くなる可能性がある。

#### 【００５９】

これに対して、本実施形態では、電荷を生成する際にポテンシャル井戸１４に深い部位と浅い部位とを形成して階段状としているから、制御電極（１）（３）または（４）（６）に対応する部位で生成された電荷は生成と同時に制御電極（２）または（５）に対応する部位に移動する。すなわち、電荷を生成する期間と電荷を保持する期間とを数 $n$  s以下の短時間で切り換えた場合であっても、隣接する受光素子１に形成されるポテンシャル井戸１４の間で電荷が混合される可能性が少なくなり、雑音成分の低減につながる。なお、ポテンシャル井戸１４を階段状に形成する技術は遮光膜１５の有無にかかわらず採用可能である。他の構成および動作は実施形態３と同様であり、本実施形態においても実施形態３と同様に、図８（ａ）（ｂ）の状態を交互に繰り返すことにより、点灯期間 $T_a$ と消灯期間 $T_b$ とに対応する電荷を集積し、さらに両電荷を一括して取り出す取出期間を設けるように制御電極１３に印加する制御電圧の印加パターンを制御する。

#### 【００６０】

実施形態２ないし実施形態４では、光電素子１ごとに３個ずつの制御電極１３を対応付けているが、制御電極１３は光電素子１ごとに４個以上設けるようにしてもよい。さらに、１画素を形成する制御電極１３について制御電圧を印加する制御電極１３の個数を１個と３個との２段階に切り換えるようにしているが、３段階以上に切り換えることも可能である。

#### 【００６１】

上述した各実施形態において用いたイメージセンサ１０は受光素子１を２次元に配列することを想定しているが、１次元に配列してもよく、また実施形態１の構成では受光素子１を１個だけ設けた構成でも採用可能である。さらに、上述した構成例では電荷集積部１ｂの面積を変化させるために複数個の制御電極１３を設けるとともに、制御電極１３への制御電圧の印加パターンを変化させる構成を採用しているが、受光素子１を構成する半導体層１１の不純物濃度について受光面に沿って制御電極１３からの距離に応じた分布を付与し、制御電極１３に印加する電圧を制御することによっても電荷集積部１ｂの面積を変化させることが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【００６２】

【図１】実施形態１を示すブロック図である。

【図２】同上に用いる受光素子の動作説明図である。

【図３】同上の動作説明図である。

【図４】同上の動作説明図である。

【図５】同上の他の動作説明図である。

【図６】実施形態２を示す動作説明図である。



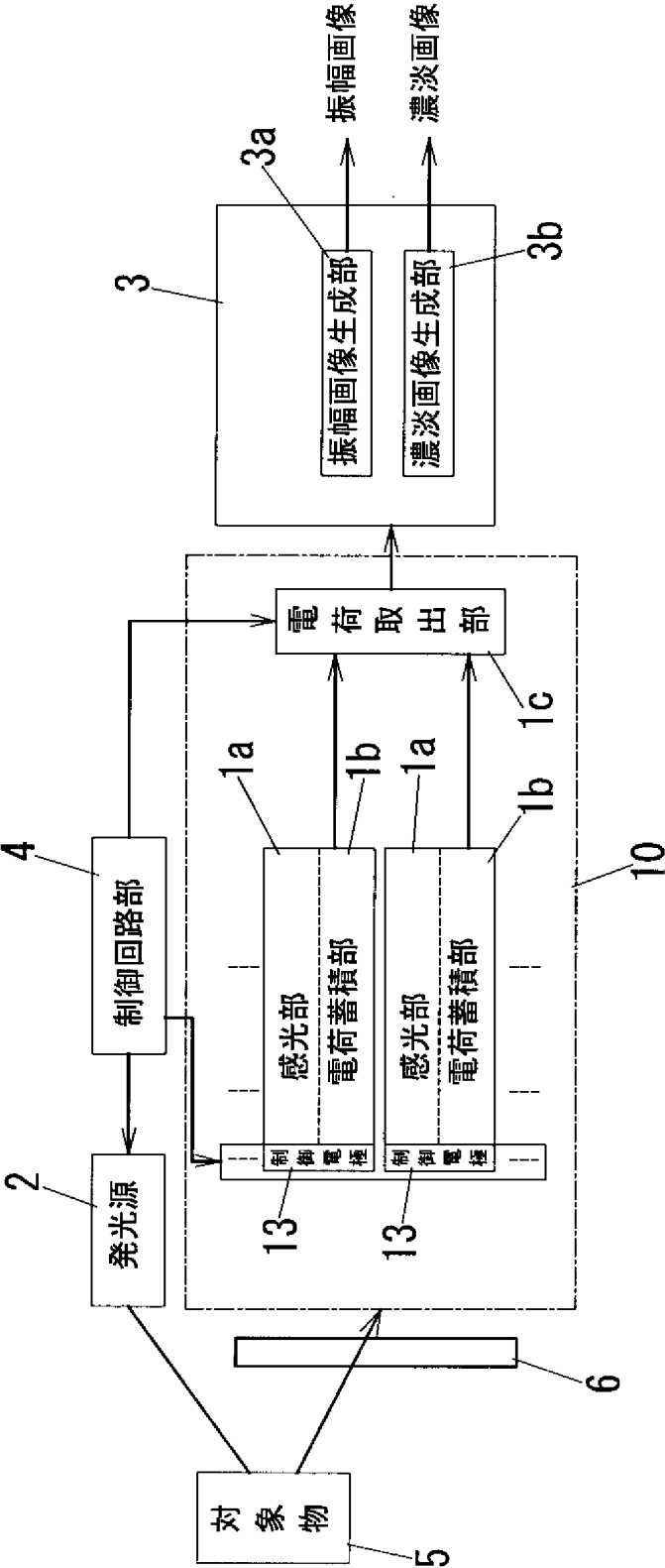
【図 7】実施形態 3 を示す動作説明図である。

【図 8】実施形態 4 を示す動作説明図である。

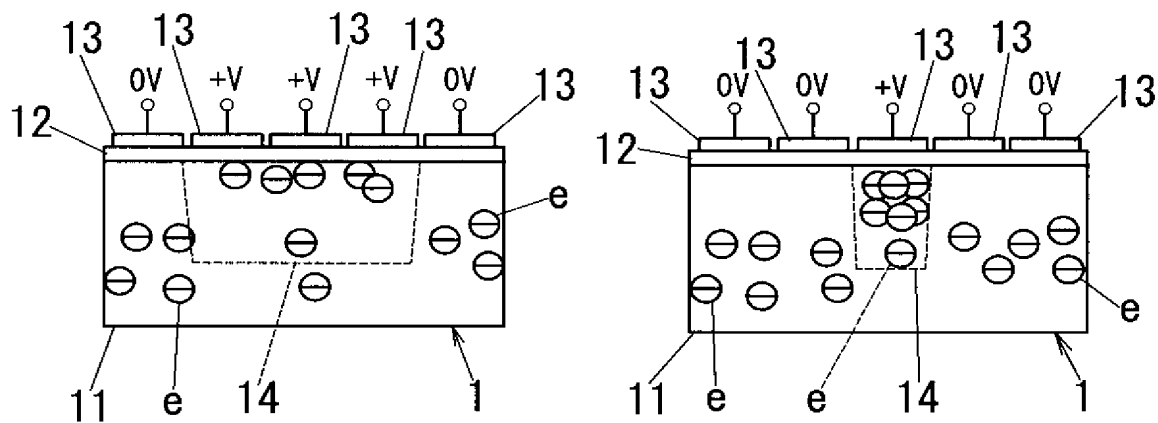
【符号の説明】

【 0 0 6 3 】

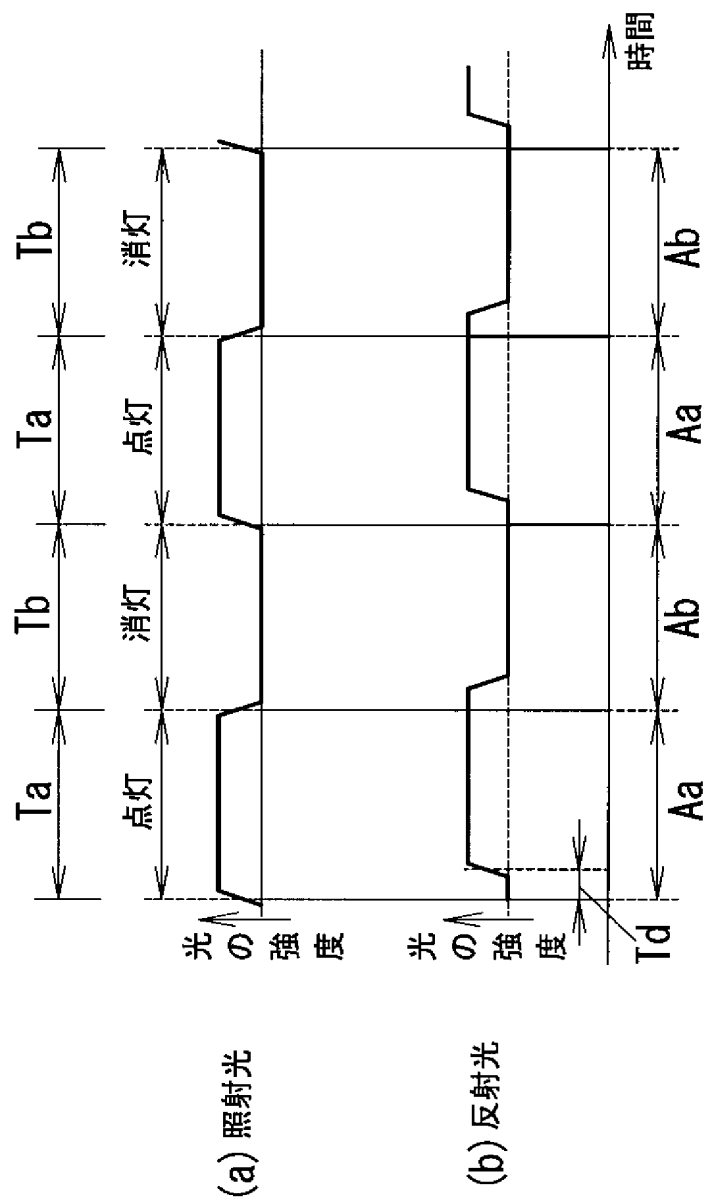
- 1 受光素子
- 1 a 感光部
- 1 b 電荷集積部
- 1 c 電荷取出部
- 2 発光源
- 3 評価部
- 3 a 振幅画像生成部
- 3 b 濃淡画像生成部
- 4 制御回路部
- 1 1 半導体層
- 1 2 絶縁膜
- 1 3 制御電極
- 1 4 ポテンシャル井戸
- 1 5 遮光膜



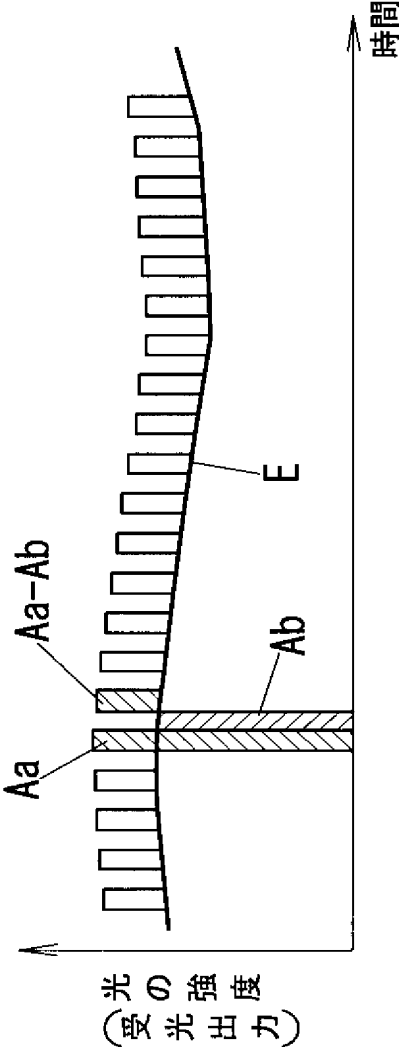
【図 2】

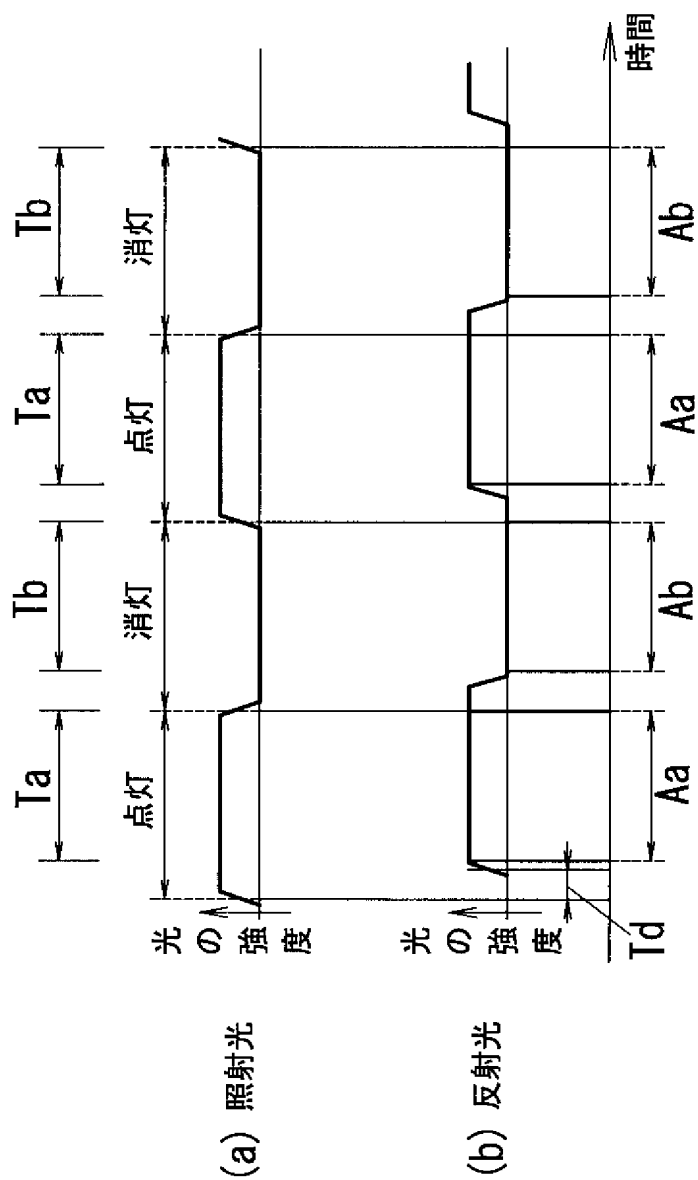


【図 3】



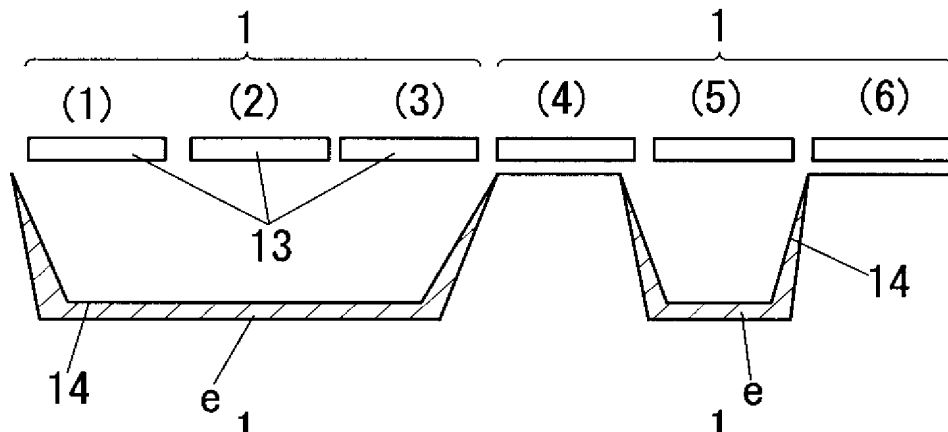
【 図 4 】





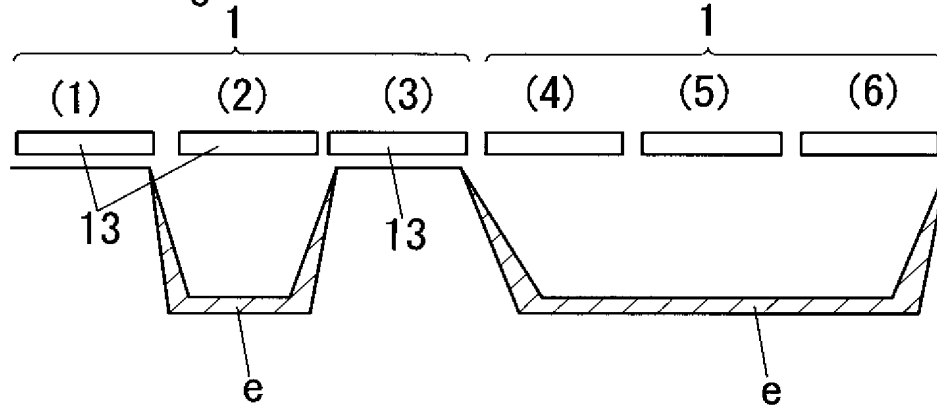
(a)

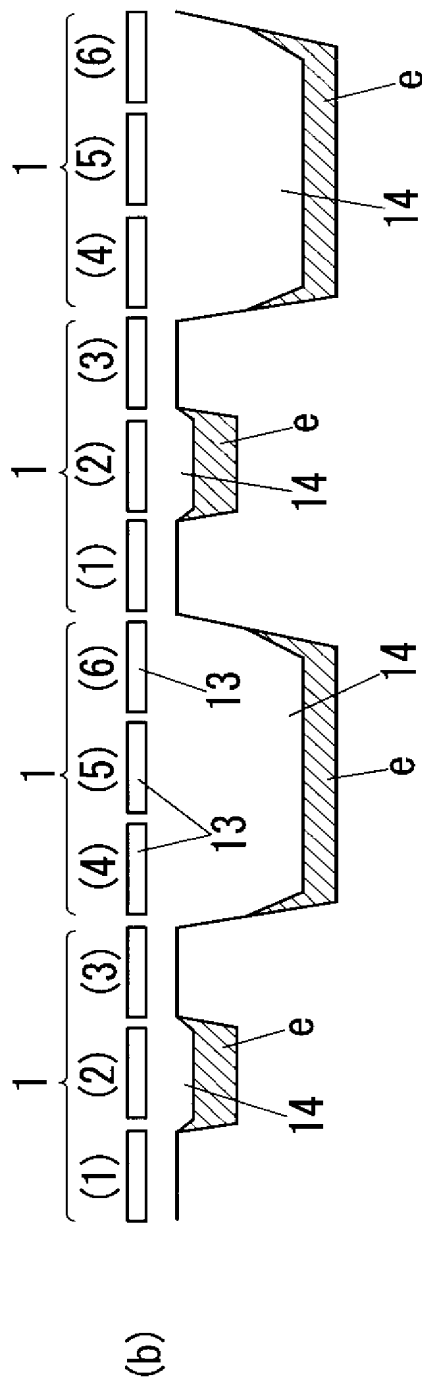
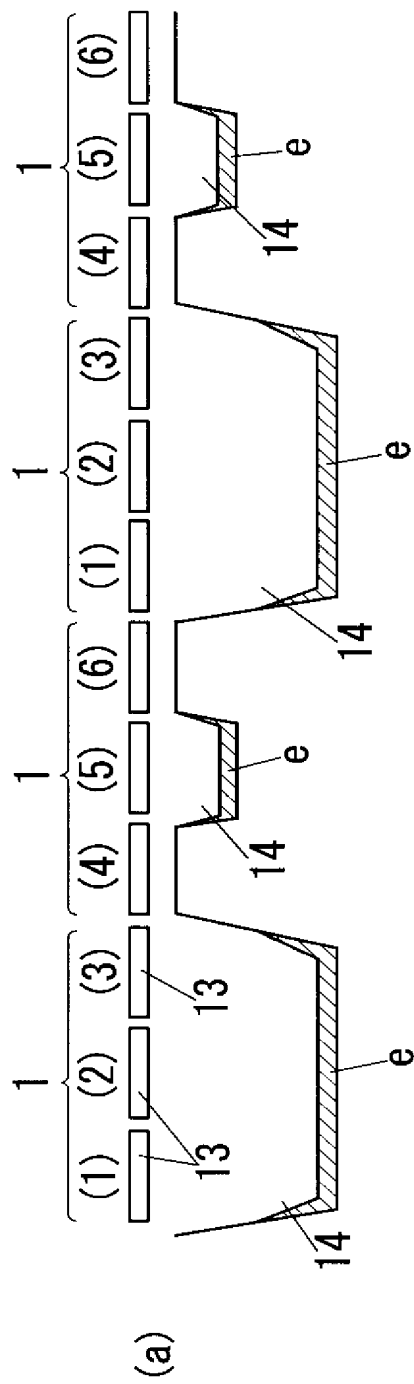
電子のポテンシャル  
↑

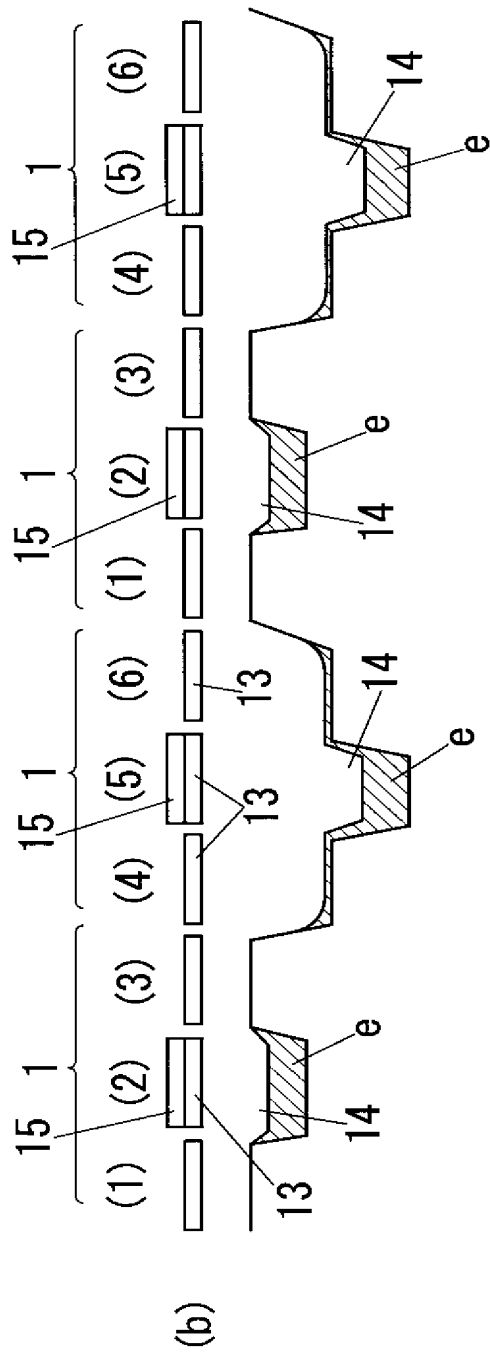
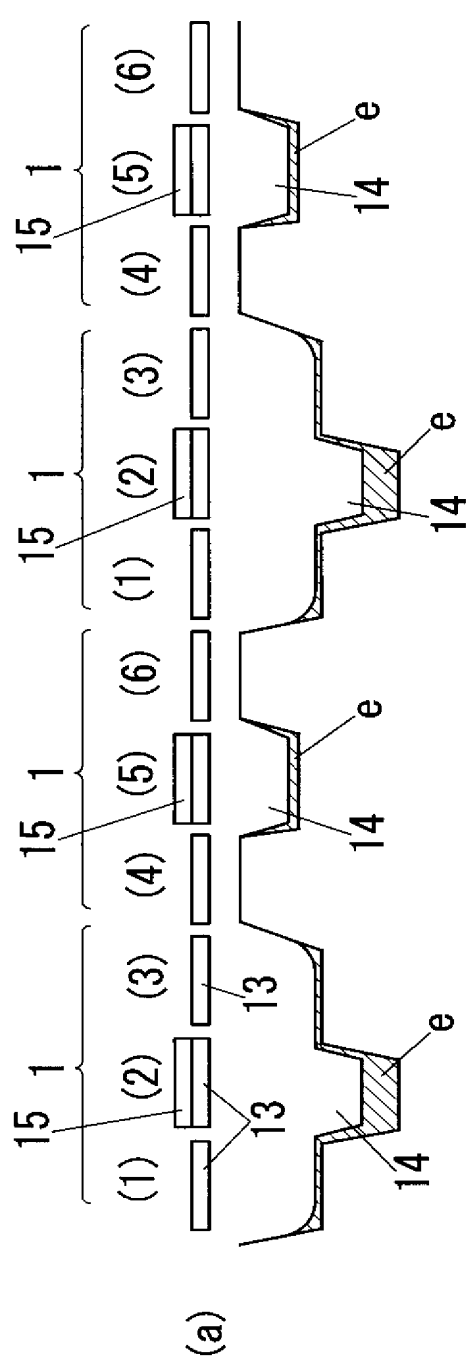


(b)

電子のポテンシャル  
↑









【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単な構造ながらも環境光の影響を軽減して対象物からの反射光を取り出すことができ、かつ受光部位の開口率が比較的大きい空間情報の検出装置を提供する。

【解決手段】 点灯と消灯とを交互に繰り返す発光源 2 から対象空間に光を照射する。感光部 1 a は対象空間から光を受光するとともに受光光量に対応する量の電荷を生成する。感光部 1 a には制御電極 1 3 が隣接して設けられ、制御電極 1 3 への制御電圧の印加により感光部 1 a に形成される電荷集積部 1 b に感光部 1 a の電荷が集積される。また、制御電極 1 3 に印加する制御電圧を変化させると、感光部 1 a の受光面に沿った面内での電荷集積部 1 b の面積が変化する。発光源 2 の点灯と消灯との各期間にそれぞれ電荷集積部 1 b に集積された電荷を電荷取出部 1 c により受光出力として取り出し、評価部 3 において発光源 2 の点灯と消灯との各期間の受光出力の差分を求めて対象空間を評価する。

【選択図】 図 1

## 出願人履歴

0 0 0 0 0 5 8 3 2

19900830

新規登録

5 9 1 2 1 8 1 9 0

大阪府門真市大字門真1 0 4 8番地

松下電工株式会社